

日射を受けるコンクリート製円筒供試体の温度分布に関する実験

法政大学大学院 学生員 安藤 洋介
 法政大学工学部 正会員 満木 泰郎
 日本セメント㈱ 玉森 俊裕

1. はじめに

太陽からの日射や気温変動により大型シリンダー状コンクリート壁に生じる温度応力は、設計上無視できない値となるとの報告がされているが、太陽からの日射を受けることによって生じるコンクリートの温度差を設計上どの程度の値とするかについては十分に検討されていない。太陽からの日射によるコンクリートの温度変化は、構造物の設計に影響するだけでなく、夏場に夜間の気温の上昇にも寄与するので環境面からその把握は重要であるが、検討はあまりなされていない。本研究は、日射及び気温変動を受けるコンクリート製円筒供試体を対象として、日射及び気温による温度分布などの温度特性についてのデータを得ることを目的としており、その第一段階として実測値と解析結果との比較検討を行ったものである。

2. 実験概要

本研究では、温度分布の壁厚の影響を把握するために、供試体として図-1に示す2種類のコンクリート製中空円筒体を用いて行った。

実験は、コンクリートの温度（高さ方向に1点、東西南北に4点、壁厚方向に90mm供試体が5点、66mm供試体が4点）、ひずみ（高さ方向=1点、東西南北=4点、壁の外側と内側で2点、各点において鉛直方向と円周方向の2方向）、供試体付近の気温、供試体外表面から1cm離れた所の気温、供試体内部の水温（又は気温）、及び日射量を15分間隔で測定した。

測定条件は、供試体内部及び供試体上面部が太陽からの日射を受けないよう供試体上面部を断熱し、供試体内部の温度を一定に保つために絶えず水を循環させた状態、供試体内部の水を抜いて空にした状態の各々について、日射による影響を比較するために晴れた日と曇った日の計4通り行った。

解析に使用したプログラムは（財）電力中央研究所が開発した有限要素法による日射による非定常温度・温度応力解析プログラムである。解析は、供試

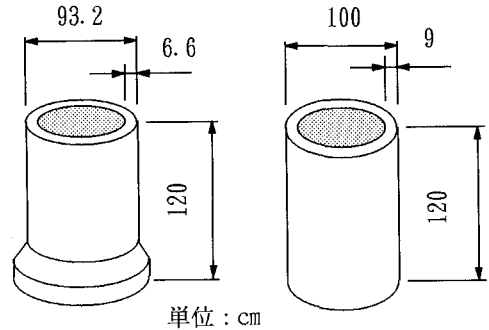


図-1 試験体形状寸法

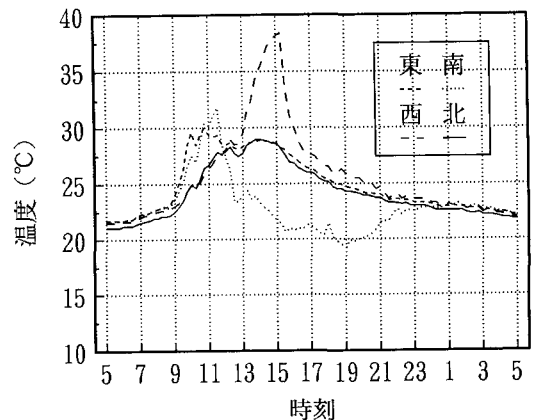


図-2 コンクリート外表面温度（晴）

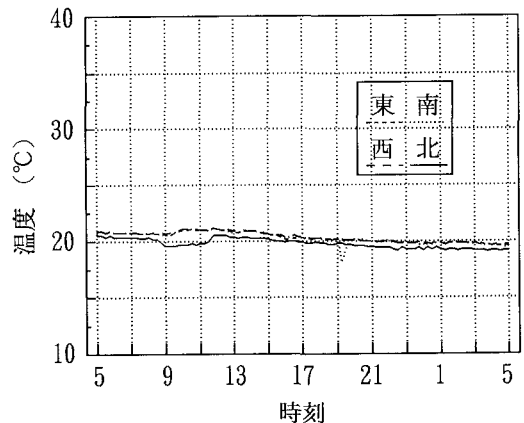


図-3 コンクリート外表面温度（曇）

体の形状寸法を決めるための予備解析と実測値と比較するための事後解析を行った。

3. 結果と考察

実測及び解析結果の一例を図-2～図-8に示す。

(1) 図-2から日射を受ける場合のコンクリート外表面温度（以下外表面温度と呼ぶ）の変化は、方位によりピークの温度とその時刻に差があり、東→南→西と周方向に移動する。これは、太陽の日射による影響を受け、太陽の移動に伴いコンクリートの温度分布が変化したものと考えられる。

(2) 図-3から日射をあまり受けない場合の外表面温度は方位による差がほとんど認められない。

(3) 図-4は曇りの日の気温に対する外表面温度の一例である。この図から気温が18℃～30℃に対し外表面温度が18℃～25℃で変化し、その変化はほぼ直線的となる。

(4) 図-5は晴の日の気温に対する外表面温度の一例である。この図から各測定値は、2本の直線の線を示している。図の下方の直線はほとんど日射を受けていない外表面温度を表しており、図の上方の直線は日射を受けた外表面温度を表している。2本の直線の差を日射による影響と考えると外表面温度は日射により10℃程度上昇したことになる。

(5) 図-6からコンクリートの温度分布の測定値は、解析値とほぼ一致する。

4. まとめ

以上、太陽からの日射及び気温変動はコンクリートの温度上昇に大きな影響を与え、日射を受けるコンクリートの温度分布ピークは時間経過と共に円周方向に変化する。また、壁厚方向でも温度勾配が認められ、日射を受けるコンクリートの温度分布は複雑であることが分かった。本研究を実施した、1993年8月～10月は曇天、低温の日が多く十分なデータが取れているとは言えないが、日射がコンクリート構造物の温度変化に大きく影響することを示唆するデータを得た。今後、設計に反映させるためには年間の測定を含め、更なるデータの積み重ねが必要であるとともに温度応力についても検討する予定である。

本解析に際しまして、御指導御協力を戴きました(財)電力中央研究所並びに(株)電力計算センターの皆様へ深く感謝致します。

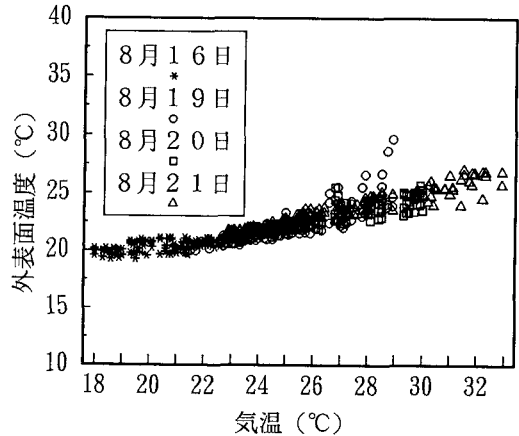


図-4 気温・コンクリート外表面温度グラフ

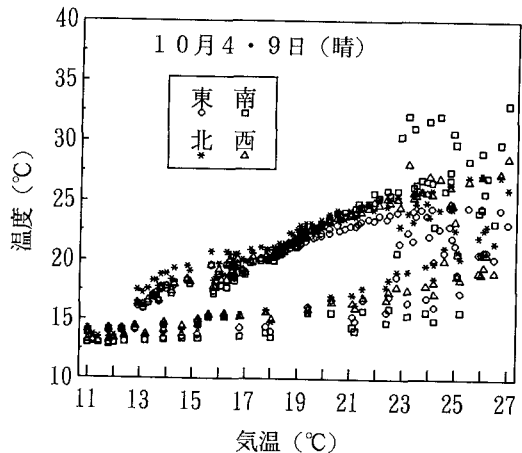


図-5 気温・コンクリート外表面温度グラフ

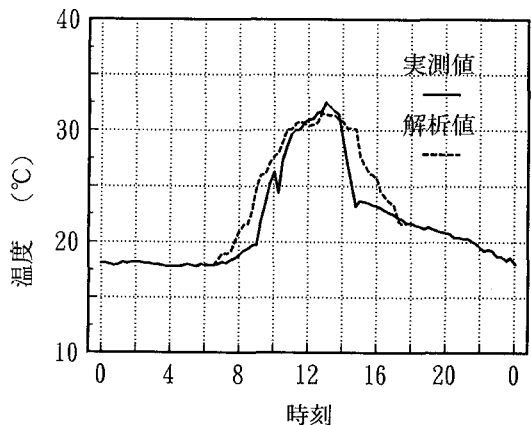


図-6 コンクリート外表面温度（南側）